

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 2800688 C2

⑤① Int. Cl. 4:
H01B 7/28

②① Aktenzeichen: P 28 00 688.4-34
②② Anmeldetag: 9. 1. 78
②③ Offenlegungstag: 20. 7. 78
②④ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 6. 88

DE 2800688 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
12.01.77 NO 770097

⑦③ Patentinhaber:
Aktieselskabet Norsk Kabelfabrik, Drammen, NO

⑦④ Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:
Pedersen, Narve Skaar, Drammen, NO

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 14 65 108
US 40 41 237
US 38 23 255
US 32 06 542

⑤④ Feuerbeständiges, elektrisches Kabel

DE 2800688 C2

Patentanspruch

Feuerbeständiges elektrisches Kabel, bestehend aus einem oder mehreren Einzelleitern (2), wobei diese eine wärmebeständige Gummiisolierung (4) aufweisen, einer darüber angeordneten ersten Isolierung (9) aus Gummi sowie einer weiteren, aus halogenhaltigen Polymeren bestehenden Ummantelung (12), wobei zwischen diesen Isolierungen gegebenenfalls eine Glasfaserschicht (10) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

- jeder Einzelleiter (2) innerhalb der Isolierungsschicht (4) von einem Glimmerband (3) umgeben ist,
- die erste Isolierung (9) aus mit Aluminiumhydroxid gefüllten thermoplastischen Elastomeren besteht und
- diese von einer geflochtenen Metallpanzerung (11) umgeben ist.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein feuerbeständiges elektrisches Kabel, bestehend aus einem oder mehreren Einzelleitern, wobei diese eine wärmebeständige Gummiisolierung aufweisen, einer darüber angeordneten ersten Isolierung aus Gummi sowie einer weiteren, aus halogenhaltigen Polymeren bestehenden Ummantelung, wobei zwischen diesen Isolierungen gegebenenfalls eine Glasfaserschicht vorgesehen ist.

Ein solches Kabel kann sowohl im Bereich des Fernmeldewesens als auch der Energieversorgung verwendet werden.

Die Erfordernisse, denen die elektrische Installation an Ölbohrplattformen und/oder Ölförderplattformen zu genügen hat, sind in mancher Hinsicht strenger als die bei herkömmlichen Installationen an Festlandanlagen. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Betriebsbedingungen im Zusammenhang mit einem möglichen Brand auf solchen Plattformen wesentlich gefährlicher sind als im Zusammenhang mit entsprechenden Betriebsbedingungen am Festland, und eine vollkommene Funktion der stromführenden Kabel bei Brandausbruch ist deshalb für eine sichere Rettung der Mannschaft auf den Plattformen von großer Wichtigkeit. Wenn auf einer Plattform ein Feuer ausbrechen sollte, werden viele der wichtigsten Bestandteile an Bord vermutlich über Kabel angeschlossen sein, die sich durch die in Brand stehende Zone oder Zonen erstrecken. Die Feuerbeständigkeit derartiger Kabel ist deshalb sehr wichtig, damit die Kabel ihre Funktion solange wie möglich durchführen können, ohne daß Stromversorgung, die Steuersysteme, die Fernmeldesysteme usw. zusammenbrechen und hierbei die Rettungstätigkeit unterbinden. Während Kabel entworfen werden, die für die elektrische Installation an Ölplattformen verwendet werden, muß deshalb vor Augen gehalten werden, daß sie neben ihrer Feuer- und Hitzebeständigkeit auch nicht zur Verbreitung des Feuers oder zur Entwicklung schädlicher Gase bei extremen Temperaturen beitragen dürfen.

Zusätzlich müssen die Kabel so entworfen werden, daß man das Augenmerk auf die Erreichung robuster mechanischer Eigenschaften richtet, so daß sie selbst während herkömmlicher Arbeitsbedingungen auf den Plattformen während ihrer vorbestimmten Lebenserwartung betriebsfähig bleiben.

In der DE-OS 14 65 108 wird ein Kabel mit einem

Leiter aus einer Isolierung aus anorganischem Material und einem Gummi, einem hierüber angeordneten Innenmantel mit aufgebrachtem Verstärkungsmaterial und einem halogenierten Polymer-Außenmantel beschrieben, wobei die inneren und äußeren Teilstücke durch separate Strangpreßformlingen gebildet sind, d. h. Innen- und Außenmantel keine Einheit darstellen. In der US-PS 32 06 542 werden Kabel beschrieben, die Außenhüllen aus Butylkautschuk und chlorsulfoniertem Polyäthylen aufweisen. In der US-PS 40 41 237 werden Kabel beschrieben, die Isolierschichten aus verschiedenen Polymeren, sowie eine Metallpanzerung und eine Ummantelung aus chloriertem Polyäthylen aufweisen. Die US-PS 38 23 255 beschreibt ein Kabel, das mit Glimmerband und polymeren Materialien isolierte Leiter umfaßt, die von einer Innummantelung und einer Außenummantelung aus stranggepreßtem Halogen enthaltendem Polymeren besteht.

Das vorstehend erwähnte mechanisch verstärkte Kabel der DE-OS 14 65 108 soll eine besonders große Umfangsfestigkeit aufweisen, so daß ein Bruch und die dadurch bedingte Möglichkeit eines Flammenausbruchs verhindert werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein feuerbeständiges elektrisches Kabel zur Verfügung zu stellen, das an Orten mit erhöhter Brandgefahr wie beispielsweise auf Ölplattformen, verwendet werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein feuerbeständiges elektrisches Kabel der eingangs genannten Art gelöst, das **dadurch gekennzeichnet ist**, daß

- jeder Einzelleiter innerhalb der Isolierungsschicht von einem Glimmerband umgeben ist,
- die erste Isolierung aus mit Aluminiumhydroxid gefüllten thermoplastischen Elastomeren besteht und
- diese von einer geflochtenen Metallpanzerung umgeben ist.

Das erfindungsgemäße Kabel entspricht bezüglich der Feuerbeständigkeit den Bedingungen, die von der IEC gefordert werden, wobei Experimente bewiesen haben, daß das Kabel Feuerbeständigkeitseigenschaften aufweisen, die die bereits bekannter Kabel ähnlicher Art übertreffen.

Verglichen mit herkömmlichen Kabeln, bietet das erfindungsgemäße Kabel ungestörte Betriebseigenschaften während und nach einem Brand selbst während starker Erschütterungen bzw. Schwingungen. In ähnlicher Weise ist die Entwicklung von dichtem Rauch, CO oder HCl während des Brandes wesentlich verringert.

Ein besonderer Gesichtspunkt der Erfindung liegt in der Verwendung des Kabels in der Fernmeldetechnik oder bei der Energieübertragung. Das halogenhaltige Polymer der äußeren Ummantelung kann beispielsweise chlorsulfoniertes Polyäthylen oder Äthylen-Propylen-Gummi sein. Bei der Verwendung als Hochspannungs- oder Fernleitungsmittel, und die Ummantelung aus thermoplastischen Polymeren besteht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben; es zeigt

Fig. 1 eine Perspektivansicht des Endes eines Kabels, wobei Teile hiervon zum Zeigen der Bestandteile des Aufbaus weggeschnitten sind,

Fig. 2 eine Perspektivansicht eines anderen Kabels ähnlich Fig. 1,

Fig. 3 eine Ansicht ähnlich der in Fig. 1 und 2 als

weiteres Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 in größerem Maßstab einen Querschnitt eines Leiters mit einer Zweischicht-Isolierung,

Fig. 5 in kleinerem Maßstab einen schematischen Querschnitt durch ein Leiterpaar, das von einem Kunststoffband umgeben ist,

Fig. 6 einen schematischen Querschnitt durch ein Leiterpaar mit ihrem eigenen Erd- bzw. Null-Leiter und mit Abschirmung,

Fig. 7 einen schematischen Querschnitt der Leiterpaare darstellt, die jeweils individuell einen Erd- bzw. Null-Leiter und eine gemeinsame Abschirmung aufweisen,

Fig. 8 einen schematischen Querschnitt, der zwei Leiterpaare darstellt, die nicht nur ihren eigenen Erd- bzw. Null-Leiter, sondern auch einen gemeinsamen Null-Leiter und eine gemeinsame Abschirmung aufweisen,

Fig. 9 und 10 Alternativausführungsbeispiele der Leiterpaare und

Fig. 11 einen Querschnitt durch ein willkürlich gewähltes Ausführungsbeispiel.

Das in Fig. 1 dargestellte Kabel 1 umfaßt isolierte Einzelleiter 2, die in größerem Maßstab in Fig. 4 gezeigt sind. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, sind die Einzelleiter 2, die geglühtes Kupfer sein können, von einem Glimmerband 3 und einer Isolierschicht 4 aus wärmebeständigem Gummi umgeben. Die Leiter können zu zweien zu Leiterpaaren verdreht sein und von den anderen Leitern mittels eines Kunststoffbandes getrennt sein, wie dies mit dem Bezugszeichen 5 in Fig. 5 und 6 dargestellt ist, und zusammen mit jedem der verdrehten Leiterpaare kann sich ein Null-Leiter 6 erstrecken, wie dies in Fig. 1 und 6 dargestellt ist. Dieser Null-Leiter kann auch weggelassen werden, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Aus Gründen der Übersicht ist das Plastikband 5 in Fig. 1 weggelassen.

Rund um jedes Leiterpaar und einen Null-Leiter 6 ist ein Aluminium-Kunststoff-Laminat 7 gewickelt, das als eine elektrische Abschirmung für die einzelnen Leiterpaare dient. Ein derartiges Laminat ist sowohl in Fig. 1 als auch in Fig. 6 dargestellt und rund um diese abgeschirmten Leiterpaare ist ein gemeinsames Polyesterband 8 gewickelt (Fig. 1).

Außerhalb des Bandes 8 ist eine Schicht 9 aus thermoplastischem Elastomer abgelagert, das mit Aluminiumhydroxid gefüllt ist, und an der Oberseite dieser Schicht ist eine ungeflochtene Glasfasermatte 10 herumgewickelt, zusammen mit der das thermoplastische Elastomer von einer geflochtenen Metallpanzerung 11 umgeben wird. Die äußere Ummantelung des Kabels ist mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnet und ist aus chlorsulfoniertem Polyäthylen hergestellt.

Experimente haben gezeigt, daß im Brandfalle die elektrischen Eigenschaften des Kabels über sehr lange Zeiträume selbst bei sehr hohen Temperaturen aufrechterhalten werden. Ein Kabel einer Art ähnlich der oben beschriebenen wurde Flammtests bei Temperaturen von 650°C, 800°C bzw. 1100°C ausgesetzt. Während des Tests wurde das Kabel unter Zugspannung gesetzt, und es zeigte sich, daß für alle Temperaturen die Zeit, die bis zum elektrischen Zusammenbruch des Kabels verstrichen war, größer als 30 Minuten war. Ferner wurde ein Kabel, wie oben beschrieben, einem Flammtest entsprechend IEC 331 ausgesetzt, d. h. 750°C für einen Zeitraum von 3 Stunden. Während des Versuchs befand sich das Kabel unter voller Betriebszugspannung. Weder während des Flammtests noch während des nachfolgenden elektrischen Spannungstests traten irgendwel-

che Fehler auf.

Für ein flammgeprüftes Kabel der oben beschriebenen Art wurden auch Vibrationsexperimente durchgeführt, wobei Kabelproben nach dem Flammtest in eine Vibrationsvorrichtung eingesetzt wurden und für eine Stunde einer Schwingung im Frequenzbereich von 10 bis 100 Hz ausgesetzt wurden, wobei die Kabelprobe gleichzeitig der normalen elektrischen Betriebsspannung ausgesetzt wurde. Die Versuchsergebnisse zeigten an, daß keinerlei elektrische Fehler nach dem Vibrationstest gefunden werden konnten.

Bei der Kabelprobe wurde anschließend die Isolierung geprüft, die eine dielektrische Durchschlagsfestigkeit von etwa 1 bis 1,6 kV ergab.

Während des Flammtests wurde beobachtet, daß die Kabelprobe sehr gleichmäßig brannte. Es wurde kein wesentlicher Temperaturanstieg im Inneren des Kabels beobachtet, noch ereignete sich irgendeine Aufbauchung des Kabels. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das thermoplastische Elastomer mit einem Aluminiumhydroxid aufgefüllt ist, das bei etwa 150°C H₂O verdampft, mit einer nachfolgenden Abkühlung der Kabelbestandteile, die innerhalb hiervon angeordnet sind.

Während des Brandes bilden das thermoplastische Material 9 und die Schicht aus ungeflochtenen Glasfasern 10 eine pulverige Achse, die die elektrischen Leiter gegen übermäßige Temperaturen isoliert, wobei die Achse auch eine hervorragende Abstützung für die Leiter bietet. Die pulverige Asche wird ihrerseits durch die Metallpanzerung 11 an Ort und Stelle gehalten, die zwischen der äußeren Umdrehtung 12 und dem thermoplastischen Elastomer 9 zusammen mit der Glasfasermatte 10 angeordnet ist. Im übrigen wurde eine verhältnismäßig geringe Rauchentwicklung während des Versuchs beobachtet.

Aus weiteren Beobachtungen, die während des Versuchs gemacht wurden, zeigte sich, daß die Verbrennungsenergie des Kabels etwa 10% kleiner ist als die entsprechender bekannter Kabel. Die Korrosionswirkung der Gase, die bei mäßigen Temperaturen, d. h. bei 150 bis 200°C erzeugt werden, ist wesentlich geringer verglichen mit bekannten Kabeln. In ähnlicher Weise ist die Erzeugung von CO wesentlich geringer. Dies ist auch der Fall bei der Erzeugung von HCl sowie bei 280, als auch bei 650 und 1000°C.

Experimente haben auch gezeigt, daß die Entwicklung dichten Rauchs während des Feuers viel geringer ist, verglichen mit herkömmlichen Kabeln.

Im übrigen entspricht das beschriebene Kabel allen Bedingungen, die von den IEC-Normen gefordert werden, inklusive IEC 331 (Flammprobe für Kabel mit Mineralisolation).

Vorzugsweise wird ein synthetischer Gummi, wie etwa Äthylen-Propylen-Gummi oder Silikongummi, als Isolierung für die einzelnen Leiter gewählt.

Wie erwähnt, ist das thermoplastische Elastomer, das als eine Füll-Ummantelung dient, und das ein Äthylen-Propylen-Elastomer sein kann, mit Aluminiumhydroxid gefüllt, um die gewünschten Wärmeeigenschaften zu erreichen. Diese Zusammensetzung ist speziell für das erfindungsgemäße Kabel entwickelt und weist eine Sauerstoffkennziffer auf, die höher ist als 35%. Diese Füll-Ummantelung soll neben ihrer Wirkung, die dem Kabel eine gute mechanische Festigkeit verleiht, auch eine Abstützung für die einzelnen Leiter bieten. Während des Brandes wirkt die Füll-Ummantelung als Kühl- und Wärmeisolelement für das Abschirm laminat und die einzelnen Leiter. Die Alterungseigenschaften des Mate-

rials sind sehr gut, verglichen z. B. mit der Außenschicht aus chlorsulfoniertem Polyäthylen.

Der mechanische Schutz wird von der Metallpanzerung 11 und der Außenummantelung 12 aus chlorsulfoniertem Polyäthylen aufrechterhalten. Die Außenummantelung weist eine Sauerstoffkennziffer auf, die höher ist als 35%, und sie ist das Kabelbestandteil, das HCl erzeugt, wenn das Kabel Flammen und erhöhten Temperaturen ausgesetzt ist. Chlorsulfoniertes Polyäthylen weist allerdings gute Eigenschaften bezüglich mechanischer Festigkeit und Ölbeständigkeit auf. Durch Ersetzen der äußeren Ummantelung 12 aus chlorsulfoniertem Polyäthylen durch eine Ummantelung aus Äthylen-Propylen-Gummi kann die Erzeugung von HCl während des Brandes verringert werden.

Zusätzlich bietet das beschriebene Kabel Biegeeigenschaften und Festigkeitseigenschaften, die es sehr geeignet für Installationen in einer Arbeitsumgebung zur See machen.

Ein anderes Ausführungsbeispiel des Kabelaufbaus ist in Fig. 2 gezeigt und unterscheidet sich vom Aufbau gemäß Fig. 1 darin, daß die einzelnen Leiter 2', die zu zwei mittels entsprechender Kunststoffbänder 5' zusammengehalten werden, ein gemeinsames Kunststoffband 13 sowie eine gemeinsame Abschirmung 14 aufweisen, die wiederum gewickelt ist. Ein einziger gemeinsamer Erd- bzw. Null-Leiter 6' ist zwischen dem Kunststoffband 13 und der Abschirmung 14 angeordnet. Dieses Ausführungsbeispiel ist ferner in Fig. 9 dargestellt und wird als ein abgeschirmter, verdrehter Aufbau angesehen.

In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel dargestellt, und dieses unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 lediglich in einer unterschiedlichen Anordnung der einzelnen Leiter 2, 2'. Diese sind hier beliebig angeordnet, aber um sie herum ist ein Band 13' aus Polyester und eine Abschirmung 14' herumgewickelt. Zwischen Abschirmung 14' und dem Band 13' befindet sich, wie vorher, ein gemeinsamer Null-Leiter 6'. Das Ausführungsbeispiel ist ferner in Fig. 10 dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, daß der Unterschied zwischen den Ausführungsbeispielen der Fig. 9 und 10 in der Verwendung des Kunststoffbandes 5' in Fig. 9 liegt, während dieses beim Ausführungsbeispiel der Fig. 10 weggelassen ist, wobei die inneren Kreise den Umfang darstellen, der von den verdrehten Leiterpaaren eingenommen wird.

In Fig. 7 und 8 sind weitere Ausführungsbeispiele dafür dargestellt, wie die Kabelpaare zu vier bzw. zu zwei Paaren innerhalb einer gemeinsamen Abschirmung 15 angeordnet sein können. In Fig. 7 weist jedes Paar der individuellen Leiter 2''' seinen eigenen Null-Leiter 16 auf, während beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 ein gemeinsamer Erdleiter 17 hinzugefügt ist. In Fig. 7 und 8 bezeichnet das Bezugszeichen 16' eine Metallfolie, und in Fig. 8 bezeichnet das Bezugszeichen 18 den Umfang, der im Kabel durch die individuellen Paare mit Null-Leiter eingenommen wird. Falls gewünscht, kann das Bezugszeichen 18 ein Kunststoffband bezeichnen.

In Fig. 11, die einen vereinfachten Querschnitt eines Ausführungsbeispiels darstellt, bezeichnet das Bezugszeichen 12, wie vorher, die äußere Umhüllung entweder aus chlorsulfoniertem Polyäthylen oder Äthylen-Propylen-Gummi, die die geflochtene Panzerung 11 umgibt. Diese umgibt ihrerseits die Isolierschicht 9 aus thermoplastischem Elastomer. Diese Schicht füllt die möglichen leeren Räume, die zwischen den Leiterpaaren vorliegen können, wobei die Schicht ein Material zum Zusammen-

backen für die nicht-geflochtene Glasmatte 10 bildet.

Wenn das Kabel als Dreileiter-Kraftstromkabel verwendet wird, dann werden drei Leiter der Art, die in Fig. 4 dargestellt ist, und die von einem Glimmerband umgeben sind, das von einer Schicht aus wärmebeständiger Gummiisolierung eingeschlossen ist, miteinander verdreht und vom thermoplastischen Elastomer 9 umgeben, von der nicht geflochtenen Glasmatte 10, der geflochtenen Panzerung 11 und der äußeren Ummantelung 12, wie in Fig. 11 dargestellt ist. Irgendwelche Null-Leiter und Abschirmungen können dann weggelassen werden.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

